

## The Delphion Integrated View

Buy Now: ☒ PDF | [More choices...](#)

Tools: Add to Work File: [Transmission optical](#)

View: [INPADOC](#) | Jump to: [Bottom](#)

[Email this to](#)

Title: **JP60173490A2: SURVEY SYSTEM FOR UNDERGROUND BURIED BODY BY FREQUENCY DIVISION AND MULTIPLEXING**

Country: **JP** Japan  
Kind: **A**

Inventor: **UENO KEIICHI;  
OSUMI NORIYOSHI;**

Assignee: **NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>**  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

Published / Filed: **1985-09-06 / 1984-02-17**

Application Number: **JP1984000028209**

IPC Code: **G01V 3/12; G01S 13/04; G01S 13/89;**

Priority Number: **1984-02-17 JP1984000028209**

Abstract:

PURPOSE: To reduce the overload on an antenna and to survey effectively an underground buried body by dividing a wide-band signal into plural narrow bands and processing them by respective band antenna groups, and multiplexing receive pulses.

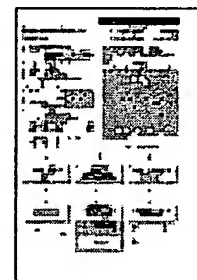
CONSTITUTION: A transmitter 1 generates signals of plural narrow bands of the wide band signal successively under the drive of a transmission control part 10 and they are radiated from corresponding antenna elements of an antenna 13. Then, a reflected wave from the underground buried body 15 is received by a receiver 18 through the element group 14 and stored in memory 19 together with a position coordinate detection signal generated by a position coordinate signal generator 16 according to the movement of an antenna 13. A pulse multiplexing processing part 20 multiplexes pulse waveforms with short duration at every observation point to survey the underground buried body with the resulting composite band pulse waveform. This wide band signal which is not a single signal is used to reduce the overload on the antenna and also survey the underground buried body effectively with a high-resolution which has small distortion, etc.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

INPADOC: None Buy Now: [Family Legal Status Report](#)

Legal Status:  
Family: [Show 2 known family members](#)

Other Abstract: None  
Info:



BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-173490

⑪ Int. Cl.

G 01 V 3/12  
G 01 S 13/04  
13/89

識別記号

庁内整理番号

8105-2G  
7190-5J  
7190-5J

⑬ 公開 昭和60年(1985)9月6日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 周波数分割・合成による地下埋設物の探査方式

⑮ 特 願 昭59-28209

⑯ 出 願 昭59(1984)2月17日

⑰ 発 明 者 上 野 圭 一 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内

⑱ 発 明 者 大 隅 規 由 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内

⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区千代田1丁目1番6号

⑳ 代 理 人 弁理士 志賀 正武

明 細 書

1. 発明の名称

周波数分割・合成による地下埋設物の探査方式

2. 特許請求の範囲

- (1) 波動を用いて地中の情報を収集し地下埋設物の探査を行う方式において、探査に必要とされる広帯域信号を得るにあたり、複数のアンテナ素子群から成るアンテナを用い、周波数帯域を分割して送信用のアンテナ素子の各々に異なる周波数成分の電気信号を供給しつつ、送信および受信アンテナを移動させ、受信用アンテナを構成するアンテナ素子群の各々で、各周波数成分の反射波をアンテナの位置を示す位置座標信号と対応づけて収集し、これらの受信波形群を用いて、観測地点毎に継続時間の短いパルス波形を合成し、合成によつて得られた広帯域パルス波形によつて地中の探査を行うことを特徴とする周波数分割・合成による地下埋設物の探査方式。

- (2) 送信および受信用アンテナを構成するアンテナ素子群が、アンテナ素子群の放射する波束の中心波長のうち最小の波長よりも十分短い距離で、地表近傍に位置して移動することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の周波数分割・合成による地下埋設物の探査方式。

- (3) 送信および受信用アンテナを構成するアンテナ素子群が、大地の屈折率に等しいかまたはほとんど等しい屈折率を有する誘電体中に位置して移動することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の周波数分割・合成による地下埋設物の探査方式。

- (4) 送信および受信用アンテナを構成するアンテナ素子群が、各アンテナ素子の地表面からの高さを、それぞれのアンテナ素子によつてアンテナ素子の周囲媒質中に放射される波動に対し反射防止の位相条件を満たすような高さとして移動することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の周波数分割・合成による地下埋設物の探査方式。

(5) 送信および受信アンテナを構成するアンテナ素子群が、それぞれのアンテナ素子が放射する波動に対して反射防止条件を満たす屈折率を有する誘電体中に位置し、かつ反射防止条件を満たすような地表からの高さに位置して移動することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の周波数分割・合成による地下埋設物の探査方式。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔発明の技術分野〕

本発明は、波動を用いて地下埋設物の探査を行う方式に関するものであり、更に詳細には、地中からの波動の反射情報の収集において、広帯域な信号の効果的な使用が可能な地下埋設物探査方式に関するものである。

#### 〔従来技術〕

従来の地下埋設物探査方式においては、第1図に示すような構成のものが使用されている。

これは、空中で各種の用途に用いられているパルスレーダの原理に基くものであるが、埋設物までの距離が近いので、空中のレーダに比較して測

距の分解能がより高い必要があるため、空中のレーダよりもパルス幅のせまい、高々数 nsec のベースバンドのインパルス信号が用いられる。インパルス信号は、周知のようにきわめて広い周波数帯域をもっている。測距の分解能を高めることに寄与しているのは、この広い周波数帯域をもつという点にあることは、よく知られている。この観点から、インパルス信号以外にも周波数を掃引したチャープパルスの使用も試みられているが、本質的な差異はなく、第1図の従来例に含まれるので、ここでは、インパルス信号の場合について説明する。

パルス送信機1で発生したパルス状の、きわめて広い周波数帯域をもつ電気信号が、送信状態と受信状態を切替る機能を有するT/Rスイッチ2を通り、単一の広帯域アンテナ3に給電され、広帯域アンテナ3は、地中に向けてインパルス状の電波信号4を放射する。電波信号4は、地中の埋設物5で反射され、広帯域アンテナ3で検出されて再び電気信号に変換され、受信状態に切替られ

たT/Rスイッチ2を通じて受信機7に導びかれ、増幅や検波等を行われて、波形データとしてデータレコーダ8に記録される。さらに必要に応じてグラフィックレコーダ9に表示される。アンテナを動かし、アンテナの位置を移動機構に組込んだ位置発生機6で求めながら測定を繰返すことによつて探査が行なわれる。T/Rスイッチ2を使用せずに、送信専用の広帯域アンテナと受信専用の広帯域アンテナとを分離する方式もあるが、本質的に同様のものである。

以上のように従来の方式では、距離測定の分解能を確保するためにきわめて広帯域な電気信号を用い、これを単一のアンテナに印加して送信するとともに単一のアンテナによつて反射波を受信する方法をとつていたため、使用するアンテナにはきわめて広帯域な周波数特性が要求され、地中からの情報収集の要であるアンテナの実現が困難であるという欠点があつた。また、実施されているものは、帯域が不十分ため放射されたパルス状電波信号4が、印加されたインパルス状電気信号

に比べて、損失を歪みをとめない探査の分解能を低下させるものであつたり、広帯域性の確保に重点を置いた場合には、アンテナの効率が著しく低下し損失性の地中の探査において十分な波動エネルギーが得られないという問題があつた。

さらに従来の方式では、広帯域な信号を単一のアンテナで受持つているため、大地の存在によるアンテナの特性の変動や地表面からの強い反射などの悪影響を軽減する事が困難であるという問題がある。すなわち、広い帯域にわたつてアンテナと大地との整合をとることがこれらの影響を抑制するために必要とされるが、この実現が難しかつた。また、地表面からの反射を軽減する目的のためには、地表のような平面に近い反射体からの反射が偏波面を変えないことを利用してクロスダイポールアンテナを用いる方式が提案されているが、地下の探査対象物からの反射に対しても応答しなくなる可能性を有するとともに、エネルギーの利用効率が低くなるという欠点がある。また、アンテナの不整合の影響を軽減する目的では、ダミー

アンテナを送受信用のアンテナに並列に接続し逆相の反射を生じさせて不要反射を打消す方法が提案されているが、探査に寄与しないエネルギー損失を常に3dBともなりことになり、損失性の地中の探査方式として有利な解決策となりえていなかった。

一方、使用する周波数を一つとし、広帯域アンテナを使用しなくとも良い方式も提案されているが、単一の周波数成分しか用いていないため測距の分解能が著しく低いという欠点を有しており、また、効率的な地中への送信のための大地との整合については、考慮されていないという問題があった。

#### 〔発明の目的〕

本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、アンテナへの過度の負担の軽減を計り、効果的に広帯域信号が使用できる地下埋設物探査方式を提供することを目的とする。さらに、周波数を分割することにより、広い帯域にわたって地表面反射等の悪影響を低減できる地下埋設物探査方式を提

供することが本発明の他の目的である。

#### 〔発明の構成〕

本発明は、探査に必要とされる広帯域信号を複数の狭帯域な周波数帯に分割し、各帯域を比較的狭帯域なアンテナ群を用いて信号収集過程を分担させ、探査にともなうアンテナの移動情報を有効に利用しつつ受信後に、分割された周波数成分を用いて等価的に継続時間の短いパルス信号を合成して地中の探査を行うことを特徴とする。

#### 〔実施例〕

以下、本発明を第2図乃至第9図に基づいて詳細に説明する。

以下の説明では、電磁波を用いて地中からの反射情報を収集し、埋設物の探査を行う場合を念頭において述べる。そのために、アンテナという言葉は、電磁信号のトランスデューサのことを指すことになるが、音波など他の波動媒体を用いても本発明の方式が適用できるのは勿論である。

第2図は、本発明の1実施例を示すものであつて、まずは同図により本発明の探査方式の特徴点、

つまり、探査に必要な広帯域信号を複数の帯域に分割し、それぞれの帯域を別個のアンテナに分担させてアンテナの広帯域特性への要求条件を軽減するとともに、アンテナの移動にともなう位置信号を使つて、受信後に等価的に広帯域なパルスを合成するという点について説明するものである。

本方式では、探査に必要とされる広帯域信号は、予めN個の帯域に分割して取扱われる。すなわち、送信機11は、送信制御部10の制御のもとに、N個に分割された周波数帯に属する信号を順次切替えながら発生する。信号の具体的な形状としては、たとえば正弦波があり、N個の帯域のそれぞれにおいて周波数 $f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$ のN個の周波数を割り当て、これを $f_1$ から順次切替えて発生させる。このとき、有限時間内で周波数を切替えるために、発生した信号は継続時間に応じていく分かの帯域の広がりをもつが、ほぼ $f_1 \sim f_N$ の周波数をもつ狭帯域信号となる。周波数に対して十分多数のサイクルを含む継続時間だけ1つの周波数を発生するものとすれば、それぞれ

の信号は実質的に連続波と考へてよく頻スペクトルをもつとみなして良い。

まず、ある時点で第1番目の帯域に属する周波数 $f_1$ の信号が発生しているとして、方式の全体を説明する。発生した信号は、送信状態と受信状態を切替るT/Rスイッチと後述するアンテナ13を構成するアンテナ素子群14の中の所定のアンテナに電磁信号を印加する経路を確立する機能を有する機能ブロック12を通り、アンテナ素子群14の中の第1番目の帯域を受けもつアンテナ素子に印加される。機能ブロック12は、送信制御部10の制御信号により送受状態およびアンテナ素子への印加経路の確立を、印加信号と同期して行なう。アンテナ13は、複数のアンテナ素子群14から構成されており、アンテナ素子群14の各アンテナ素子は、それぞれ異なる比較的狭帯域な周波数帯域を分担して、電磁信号を電波信号に変換して放射する機能を有する。

さて、 $f_1$ なる信号がアンテナ素子群14中の第1番目の帯域を分担しているアンテナ素子から

放射され、これが地中に入つて埋設物15で反射されると、再び信号 $f_1$ の属する周波数帯域を受け持つアンテナ素子によつて検出されて、受信状態に切替られた機能ブロック12を通つて受信機18に移される。受信機18には、送信機17から、アンテナ13に印加した電気信号とコヒーレントな参照信号17が送られており、反射信号から、後のパルス合成処理を行うのに必要な反射信号中の情報がとり出される。たとえば、反射信号と参照信号とを比較することにより、周波数 $f_1$ における反射信号の位相および振幅情報が得られる。周波数領域でのこのような情報の抽出処理は、ネットワークアナライザにおける振幅および位相情報の検出あるいは長波長ホログラフィにおける電子的参照波の手法として公知であるので、詳細は省略する。

信号 $f_1$ の複素振幅情報は、A/D変換され、適当な形式でメモリ19に蓄えられる。このとき、アンテナの移動手段によるアンテナの移動にもなつて、アンテナ13の位置を示す位置信号発生

機16から発生した位置信号を、反射信号と対応づけてメモリ19に蓄えておくことが不可欠である。

信号 $f_1$ によるデータの収集が終了するとともに、送信制御部10は、機能ブロック12を制御して第2番目の周波数帯域を受けもつ、アンテナ素子群14中の所定のアンテナ素子への送信用の信号経路を確立するとともに、これと同期して送信機11を信号 $f_2$ の送出状態にする。信号 $f_2$ は、信号 $f_1$ と同様の過程を経て、受信機18で必要な情報が抽出され、信号 $f_2$ の測定位置を示す信号とともにメモリ19に蓄積される。

以下同様に、順次信号 $f_3, f_4, \dots, f_N$ に対して同様の動作が行なわれる。

こうして、分割された各周波数帯域に属する信号 $f_1 \sim f_N$ によつて周波数領域で取出された情報は、次にパルス合成処理部20においてパルス信号に合成される。合成されたパルス波形は、たとえば位置座標の順に並べられて、グラフィックレコーダ21に断面図状に表示されたり、あるいは

はさらに高度な信号処理や解析・表示のためにデータレコーダ22に蓄えられたりする。

周波数領域で信号の周波数成分を知つて、これらを時間領域のパルス波形に合成することは、フーリエ変換の関係によつて可能であり、FFTのアルゴリズムを用いて数値的に実行することができる。ただし、異なる周波数帯域に属する信号から抽出した情報においてそれぞれの位相成分が参照信号を用いて抽出されるだけでは、信号相互に位相の任意のズレが生じる可能性があり、合成された波形を望ましくない状態に歪ませるおそれがあるので、送信機11より受信機18に供給される参照信号17は、フェイズロックされ各周波数帯域に属する信号に対して、共通の位相基準を与えるものとする必要がある。

さらに、上記のパルス合成処理部20の説明においては、信号 $f_1 \sim f_N$ が同一の観測地点において収集されたものであることを暗黙に假定しているが、第2図から明らかなように、アンテナ素子群14をなす各アンテナ素子は、空間的に異つ

た場所に位置しこの假定を満たしていない。このようなアンテナ素子群の配置にもかかわらず、メモリ29から同一の観測地点における信号 $f_1 \sim f_N$ をメモリに蓄積し、またパルス合成処理のために読みだせることを次に説明する。

第3図は第2図に示した実施例におけるアンテナ13の部分拡大して示したものである。アンテナ13は、内部に分割された周波数帯域に属する信号を分担するアンテナ素子群14を有し、これらをそれぞれ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_k, \dots, A_N$ と名付ける。また、アンテナ13は、移動のための機構とこれにともなうアンテナの位置座標信号の発生機16をそなえている。アンテナ素子群14のそれぞれのアンテナ素子には、信号 $f_1, f_2, \dots, f_k, \dots, f_N$ が送受される経路が独立に設けられている。アンテナ素子 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_k, \dots, A_N$ は空間的に分離して配位され、かつ送受信される信号は、時間的に順次切替ることにより、クロストークを出来る限り抑制するよう構成されている。この点で、多素子をそなえながら

全体として一つの広帯域アンテナとして作用させるよう構成された対称同期アンテナなどは本質的に異なっている。

各アンテナ素子が空間的に異なった位置に有るため、信号 $f_1, f_2, \dots, f_k, \dots, f_N$ は異なった観測地点で送受信される。アンテナ13の移動速度に比べて、信号の送受信に要する時間は十分小さくできるので、信号の送信と受信における地点のズレは無視できるが、この空間的な各アンテナ素子のズレは各信号の地中での伝搬経路を別箇のものとするので、信号 $f_1$ から $f_N$ に至る一回の測定サイクルで収集した情報を用いてパルス波形成の合成を行うことは不都合である。ところが、アンテナ13が地中探査の測線に沿って移動していくことを使えば、同一の観測地点で収集した信号 $f_1 \sim f_N$ を用いた合成ができる。今仮に、ある時点でアンテナ素子 $A_1$ が地上の $X=X_0$ なる地点にあり、信号 $f_1$ による観測を行ったとする。このとき、他のアンテナ素子は、それぞれアンテナの配列間隔の総和分だけ、 $X=X_0$ よりも後方に位

置しながらそれぞれの分担する信号での観測を行っている。そこで、信号 $f_1$ には、 $X=X_0$ で観測した結果であることを明示する位置座標を対応させ、信号 $f_1$ によつて得られる情報を $R(f_1)$ とし、 $(R(f_1), X_0)$ のような形でメモリ19に蓄積する。アンテナの配列間隔は既知であるから、たとえばアンテナ素子 $A_2$ からの情報は $(R(f_2), X_0-d_1)$ (ただし、 $d_1$ は $A_1$ と $A_2$ の配列間隔)などのようにラベル付けされる。アンテナ13を移動させながら、信号 $f_1$ から $f_N$ に至る測定を繰返してゆくと、やがてアンテナ素子 $A_2$ が $X=X_0$ の地点にさしかかる時がくるので、このとき $(R(f_2), X_0)$ が蓄積される。同様に、任意の $K$ 番目のアンテナ素子 $A_k$ についても必ず $(R(f_k), X_0)$ が得られる。このように、位置座標信号でラベル付けしてデータを収集しておくことにより、あとで同一の観測地点 $X=X_0$ に関する信号 $f_1$ から $f_N$ を取出すことができる。

第4図は、第2図の実施例に示したアンテナ

13の構成例の平面図であり、比較的狭帯域のアンテナ素子群として、分担する信号に適した特性のダイポールアンテナ例を用いる例である。勿論ダイポールアンテナ以外のアンテナを用いることも可能であり、周波数帯を分割して分担するアンテナ素子群を用いることに本質がある。

また、第2図の実施例では、アンテナ13を送信状態と受信状態に切替えて使用する場合を述べたが、第5図に示すように、送信アンテナ23と受信アンテナ23'を分離して、それぞれがアンテナ素子群24, 24'を備えるようにしても良い。このとき、機能ブロック12はT/Rスイッチの機能を備える必要がなくなる。さらに、機能ブロック12において、T/Rスイッチのかわりに、方向性結合器によつて送信信号と受信信号の分離を行つてもよい。

次に、周波数帯を分割して各アンテナ素子に分担させることにより、大地との整合の改善を計つた本方式に適用するためのアンテナの構成を説明する。

第6図のものは、アンテナ25を構成するアンテナ素子群26の各アンテナ素子が、使用される周波数 $f_1$ から $f_N$ のうちの最大の周波数に対応した波長 $\lambda_k$ ( $1 \leq k \leq N$ )に比べて十分小さい距離 $b$ で大地の十分近傍に配置されるもので、このような配置によりアンテナ素子を大地の屈折率の強い影響化におき、大地のインピーダンスにアンテナを整合させておけば、効率の良い送受信が可能となるものである。この構成では、送信の際の大地の反射はほぼ放射波と重なつてしまい、多重反射波として探査信号を複雑なものにすることを防げるとともに、反射波が地中から地表面に向う際の臨界角などの影響も低減させてくれる。各アンテナ素子の大地とのインピーダンス整合は、アンテナ素子が分担する信号が狭帯域のため、広帯域の場合に比べてはるかに容易となり、バランを使用する場合にもバランの設計が楽になる。図中27は、アンテナ25を移動する機構を示しており、位置座標信号を発生するよう構成されている。

第7図は、他の実施例で、アンテナ28を構成

するアンテナ素子群29は誘電体媒質30の中に配置される。誘電体媒質30は、その屈折率 $n$ が大地の屈折率 $n_0$ と等しいかまたはほぼ等しいものであり、このため、アンテナ28と大地との屈折率の異なる境界が無視できるようになるため地表面からの反射も無視でき、誘電体媒質30においてアンテナ素子 $A_1$ から $A_N$ をそれぞれ信号 $s_1$ から $s_N$ に対してインピーダンス整合させておけば、効率的な電波の送受信が可能となる。図中31はアンテナ28の移動機構であり、位置座標信号を発生するよう構成されている。大地の屈折率 $n_0$ は1よりも常に大きいので、誘電体30の中におかれたアンテナ素子は、周囲の媒質が空気である場合に比べ、波長の短縮効果のために小型化される。したがって、この構成では、より小型のアンテナ28が使用できるという利点がある。なお、大地のほとんどの場合非磁性体と考えて良いので、上記で屈折率と記されている所は、実際上誘電率といいかえても等価である。

第8図はさらに他の実施例を示し、アンテナ

の移動機構であり、位置座標信号を発生するよう構成されている。

第8図および第9図で示した実施例では、アンテナ素子群の配置される地表からの高さは、アンテナ素子毎に異なっている。したがって、同一の観測地点からのデータを合成するためには、予め既知の値だけ収集データの位相を補正する必要があるが、この補正量は予めメモリ19の中にもたせておくことができる。

第8図から第9図に示した構成は、信号を比較的狭帯域な複数のアンテナに分割して受持させる本発明の方式において可能となるものであつて、従来のような単一の広帯域アンテナを使用する方式では実現できないものである。

なお、以上述べた実施例では、広帯域な信号成分を複数の比較的狭帯域な信号に分割し、それぞれの帯域を代表する単一の周波数成分の信号を、各アンテナ素子に分担させるという例について説明したが、単一のアンテナで無理なく実現できる程度の帯域に分割して、一つのアンテナ素子に一

32を構成するアンテナ素子群33は、比屈折率 $n$ の誘電体媒質34の中に、地表からの高さがそのアンテナ素子が受持つ信号の誘電体媒質34の中での波長の反射防止の位相条件を満たす位置 $h_1 \dots h_K \dots$ などに配置される。一般には、地表面からの反射が生ずるが、アンテナ素子群33はそれぞれ地表から反射防止の位相条件を満たす位置にあるため、地表面反射は、逆相でアンテナに戻り、不要な反射信号を低減する。図中35はアンテナ32の移動機構であり、位置信号を発生するよう構成されている。

第9図は、アンテナ36を構成するアンテナ素子群37が、大地の屈折率 $n_0$ に対して反射防止の振働条件を満たす屈折率の誘電体媒質38の中に配置され、その配置高さは、反射防止の位相条件を満たすように地表からの距離を定められるもので、各アンテナ素子は第8図とは異なる距離 $h'_1 \dots h'_K \dots$ などの地表からの高さに配置される実施例を示している。これは、光学におけるいわゆる反射防止層の条件を満たすものとなつており、一層効果的な地表面反射の抑制が期待できる。39はアンテナ

つ以上の周波数成分を割当て、アンテナの素子数を減らした構成をもつアンテナを使用しても本発明は適用が可能である。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明では、探査に必要とされる広帯域な信号成分を比較的狭帯域な複数の周波数帯に分割し、それぞれの周波数帯を異なるアンテナ素子に受持させてデータの収集を行ない、データ収集後信号処理によつて継続時間の短かい広帯域なパルス波形を合成して探査を行う方式であるから、周波数特性に対する要求条件が厳しく、広帯域のゆえに効率の低下等の欠点をもつ広帯域アンテナを用いることなしに、広帯域信号を使用することができ、効果的に分解能のよい地下埋蔵物探査を行なうという利点がある。

さらに、アンテナ素子のそれぞれは、比較的狭帯域な信号帯域を分担すれば良いので、大地表面からの強い不要反射を抑制するのに好適なアンテナの構成を用いることができ、一層効果的に地下埋蔵物探査を行なうという利点がある。

したがって、本発明を地下の埋設物探査や地中の構造探査に使用すれば、広帯域な地中の情報が得られ、分解能の高い探査を行うことができる。

また、本発明の方式は、地中だけでなく、広帯域な信号を利用して土以外の媒質内部を非破壊的に検査したい場合にも有用なものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は広帯域アンテナを用いる従来の地下埋設物探査方式の説明図、第2図は本発明の地下埋設物探査方式の一実施例の概略図、第3図は本発明の地下埋設物探査方式におけるアンテナの構成の拡大側面図、第4図は本発明の地下埋設物探査方式におけるアンテナの構成の拡大平面図、第5図は本発明の方式におけるアンテナの他の構成の概略図、第6図は本発明の地下埋設物探査方式におけるアンテナの構成の概略図、第7図、第8図、第9図はそれぞれ本発明の地下埋設物探査に用いる地表面反射の影響の軽減を計ったアンテナの構成の他の実施例の概略図である。

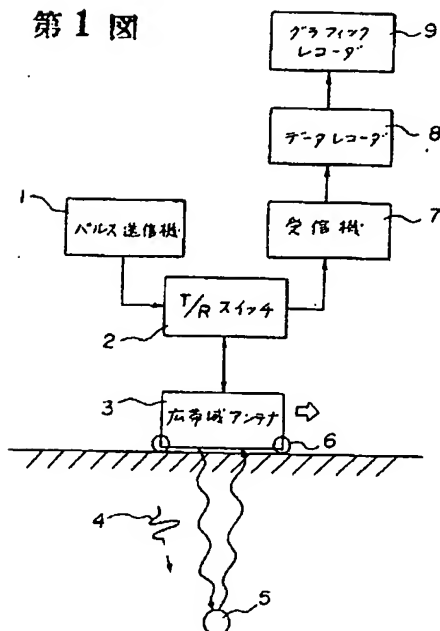
10……送信制御部、11……送信機、12……機能ブロック、13……アンテナ、14……アンテナ素子群、15……埋設物、16……位置座標信号発生機、17……参照信号、18……受信機、19……メモリ、20……パルス合成処理部、21……グラフィックレコーダ、22……データレコーダ、23……アンテナ、23'……アンテナ、24……アンテナ素子群、24'……アンテナ素子群、25……アンテナ、26……アンテナ素子群、27……アンテナ移動機構、28……アンテナ、29……アンテナ素子群、30……誘電体媒質、31……アンテナ移動機構、32……アンテナ、33……アンテナ素子群、34……誘電体媒質、35……アンテナ移動機構、36……アンテナ、37……アンテナ素子群、38……誘電体媒質、39……アンテナ移動機構。

出願人 日本電信電話公社

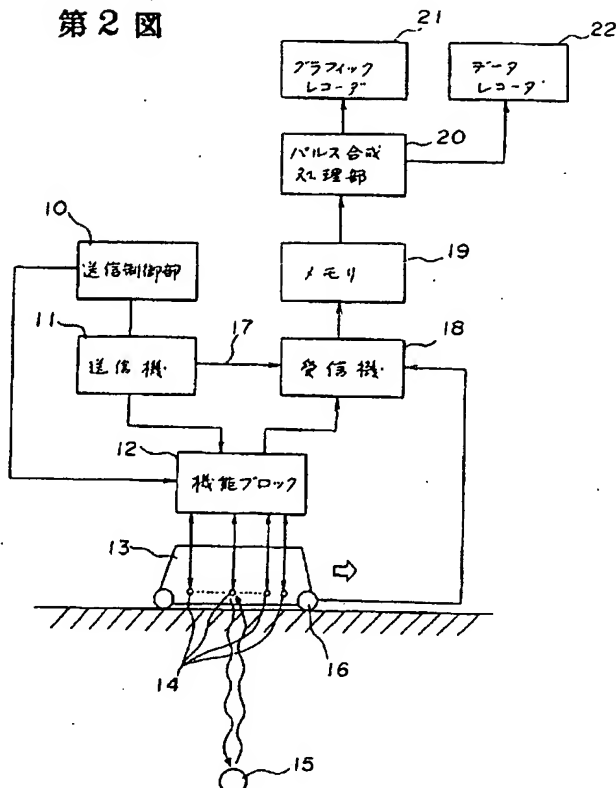
代理人 弁理士 志賀正



第1図

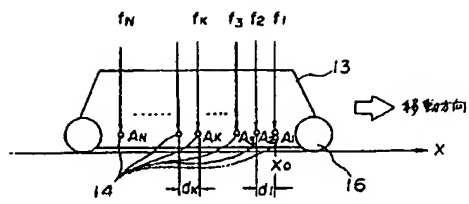


第2図

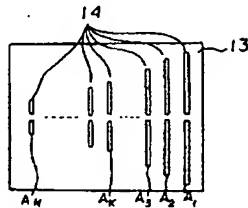




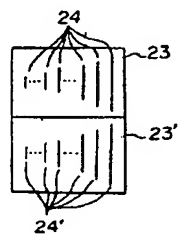
第3図



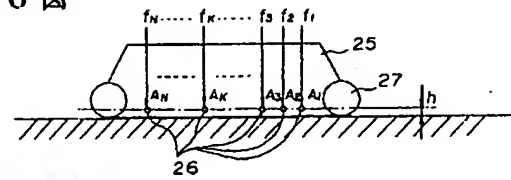
第4図



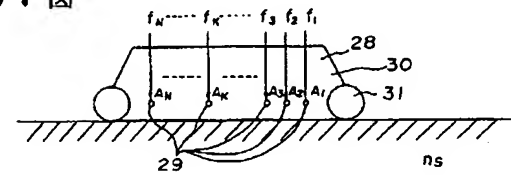
第5図



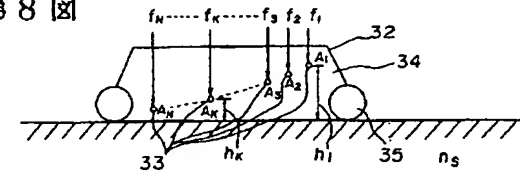
第6図



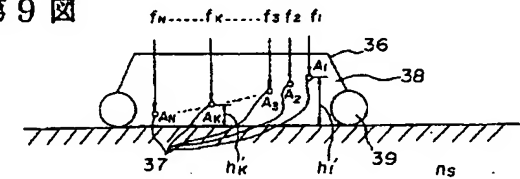
第7図



第8図



第9図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**